



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

REC'D 0 2 SEP 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03425379.9

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

BEST AVAILABLE COPY



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Anmeldung Nr:
Application no.: 03425379.9
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 11.06.03
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Askoll Holding S.r.l.
Via Industria, 30
36031 Povolara di Dueville (Vicenza)
ITALIE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Method for detecting unbalanced conditions of a rotating load driven by a
synchronous motor and for controlling said motor

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

H02P/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

Titolo: Metodo per rilevare condizioni di sbilanciamento di un carico rotante azionato da un motore elettrico sincrono e controllare l'azionamento di detto motore.

DESCRIZIONE

5 Campo di applicazione

La presente invenzione si riferisce, nel suo aspetto più generale, ad un metodo per rilevare condizioni di sbilanciamento di un carico rotante azionato da un motore elettrico sincrono e controllare l'azionamento di detto motore.

- 10 In particolare quest'invenzione concerne un metodo per rilevare condizioni di sbilanciamento di carico in macchine lavatrici, lavabiancheria e simili elettrodomestici a cesto rotante, in cui il cesto è azionato in rotazione da un motore elettrico sincrono a magneti permanenti. Il metodo prevede di controllare l'alimentazione elettrica del
- 15 motore al fine di ridurre drasticamente vibrazioni e oscillazioni nonché gli indesiderati effetti di tali vibrazioni come: rumore, sbattimenti ed irregolarità di funzionamento.

Arte nota

- Com'è ben noto, le macchine lavatrici ad uso domestico sono dotate di
- 20 un cesto rotante comandato in rotazione da un motore elettrico.

Nell'ambito della presente invenzione per macchine lavatrici s'intende qualunque tipo di elettrodomestico avente un cesto rotante contenente un carico variabile sia per massa, sia per disposizione spaziale all'interno del cesto.

- 25 Sono già note alcune soluzioni per determinare eventuali sbilanciamenti nel carico presente nel cesto rotante.

Una prima soluzione tecnica nota è descritta ad esempio nel brevetto europeo n° EP 0 143 685 che riguarda un metodo per determinare la massa della biancheria presente nel cesto misurando il valore del

30 momento torcente (torque) del cesto rotante durante una fase operativa ad accelerazione costante.

Questa soluzione non serve però a determinare uno sbilanciamento del carico.

Un'altra soluzione descritta dalla tecnica nota nel brevetto europeo n° EP 71 308 suggerisce di rilevare uno sbilanciamento del carico monitorando la sola velocità di rotazione del cesto mediante una dinamo tachimetrica. Repentine variazioni di velocità sono indicative di uno sbilanciamento del carico.

Questo metodo non è però del tutto affidabile e fornisce risultati non molto precisi a causa della misura indiretta, a fronte di un costo non indifferente dovuto alla previsione della componentistica elettronica per il monitoraggio dei cambi di velocità.

Altre soluzioni sono descritte nei brevetti US n° 5,507,054 e EP 0 476 588 ma riguardano comunque metodologie non del tutto soddisfacenti in termini di costi e/o prestazioni fornite.

Vi è da dire inoltre che il cesto rotante delle macchine lavatrici viene azionato in rotazione da motori elettrici universali a collettore strutturati con uno statore esterno ed un rotore centrale avvolto in cava, il quale è vincolato ad un albero di rotazione solidale ad una puleggia. Il cesto è cinematicamente collegato alla puleggia mediante una seconda puleggia ed una cinghia di trasmissione.

Questi motori universali presentano alcuni problemi di rendimento e di consumo, in contrasto quindi con le attuali tendenze di risparmio energetico. Altri inconvenienti sono dovuti alle elevate velocità di rotazione ed alla bassa coppia di spunto, che impongono alti rapporti di trasmissione.

Solo recentemente sono state commercializzate macchine lavatrici in cui il cesto rotante è azionato da un motore sincrono a magneti permanenti. Ad esempio, una soluzione di questo tipo è descritta nel brevetto US No. 6,341,507 a nome Miele.

L'impiego di motori sincroni comporta la risoluzione di problemi di pilotaggio dovuti al fatto che il flusso magnetico di eccitazione, che è costante per via dei magneti permanenti, richiede assorbimenti di corrente relativamente più elevati da parte degli avvolgimenti di statore

per regolare adeguatamente i cambi di velocità e di direzione di rotazione del motore.

Inoltre, per limitare la corrente sulla singola bobina, così da evitare il rischio di smagnetizzazione, si ha l'esigenza di provvedere ad un più alto

5 frazionamento dei poli di statore.

Queste particolarità del motore sincrono fanno sì che il pilotaggio del motore durante la fasi in cui avviene uno sbilanciamento nel carico risulti particolarmente complesso e non facilmente determinabile sulla base delle molte metodologie previste per il pilotaggio dei motori

10 universali.

Il problema tecnico che sta alla base della presente invenzione è quello di escogitare un metodo per consentire di rilevare con buona precisione e rapidità una massa sbilanciata nel carico del cesto rotante di una macchina lavatrice azionata da un motore sincrono ed intervenire in

15 tempo reale sul pilotaggio del motore sincrono in modo da smorzare sul nascere ogni oscillazione con conseguente vibrazione dell'intera struttura della macchina lavatrice.

Sommario dell'invenzione

L'idea di soluzione che sta alla base dell'invenzione parte dal presupposto che vi sia una relazione tra lo sbilanciamento del carico e la corrente assorbita dal motore sincrono e prevede una misura del differenziale di corrente a diverse velocità di rotazione del cesto della macchina. Il metodo viene vantaggiosamente applicato ad una macchina dotata di un motore sincrono con rotore esterno cinematicamente

25 collegato al cesto rotante della macchina con un rapporto di trasmissione relativamente basso.

Sulla base di tale idea di soluzione il problema tecnico è risolto secondo la presente invenzione da un metodo del tipo precedentemente indicato e caratterizzato dalle seguenti fasi:

30 - monitorare costantemente la corrente istantanea assorbita dal motore e la velocità di rotazione del cesto;

- calcolare in tempo reale detta massa sbilanciata sulla base della deviazione di detta corrente da un predeterminato riferimento applicando una formula di calcolo indicativa del tipo di sbilanciamento del carico;
- 5 - pilotare in corrente detto motore in funzione di detta massa sbilanciata.

Le caratteristiche ed i vantaggi del metodo secondo l'invenzione risulteranno dalla descrizione, fatta qui di seguito, di un loro esempio di attuazione con riferimento ai disegni allegati dati a titolo indicativo e non limitativo.

10

Breve descrizione dei disegni

Nei disegni:

- 15 - la Figura 1 rappresenta schematicamente una macchina lavatrice incorporante un motore elettrico sincrono a rotore esterno secondo la presente invenzione;
- la Figura 2 rappresenta una vista schematica del cesto della macchina lavatrice di figura 1 incorporante una massa eccentrica che produce uno sbilanciamento di tipo statico;
- 20 - la Figura 3 mostra una vista schematica degli effetti sul cesto della massa eccentrica di figura 2;
- la Figura 4 rappresenta una vista schematica del cesto della macchina lavatrice di figura 1 incorporante una massa eccentrica che produce uno sbilanciamento di tipo dinamico;
- 25 - la Figura 5 mostra una vista schematica degli effetti sul cesto della massa eccentrica di figura 4;
- la Figura 6 rappresenta una vista schematica del cesto della macchina lavatrice di figura 1 incorporante una massa eccentrica che produce uno sbilanciamento di tipo combinato statico-dinamico;

- la Figura 7 mostra una vista schematica degli effetti sul cesto della massa eccentrica di figura 6;
- le Figure 8 e 9 mostrano rispettive viste schematiche che illustrano le possibili direzioni di vibrazione del cesto della macchina lavatrice in presenza di carico sbilanciato;
- la Figura 10 mostra un diagramma che illustra una relazione di linearità tra la coppia generata dal motore sincrono della macchina di figura 1 e la corrente I_q assorbita dallo stesso motore;
- la Figura 11 mostra una vista schematica di un diagramma di flusso che illustra le fasi operative del metodo secondo l'invenzione.

Descrizione dettagliata

Con riferimento a tali figure, con 1 è schematicamente rappresentata una macchina lavabiancheria a cesto rotante 2, per la quale viene utilizzato un motore elettrico sincrono 3, secondo la presente invenzione. In particolare, il motore elettrico 3 è a magneti permanenti e del tipo cosiddetto a rotore esterno, vale a dire del tipo in cui il rotore 4 è montato esternamente al rispettivo statore.

In modo di per sé convenzionale, il motore 3 è cinematicamente collegato al cesto rotante 2 della lavabiancheria 1 mediante un collegamento 5 a cinghia e puleggia visibile in figura 1 caratterizzato da un rapporto di trasmissione relativamente basso.

Il motore 3 aziona la rotazione del cesto 2 con una velocità angolare ω regolata mediante un dispositivo elettronico di controllo, normalmente un circuito inverter di pilotaggio, che agisce sulla corrente I_q assorbita dal motore sincrono.

La corrente I_q è da considerare un segnale elettrico proporzionale alla coppia prodotta in uscita dal motore 3.

Il metodo secondo l'invenzione consente di determinare una massa m sbilanciata di biancheria inserita nel cesto rotante 2 della macchina 1.

Nella figura 2 è mostrato molto schematicamente il cesto 2 contenente una massa m sbilanciata.

La presenza di una tale massa m sbilanciata provoca un'oscillazione del cesto nella direzione delle frecce A, B e E delle figure 8 e 9.

- 5 Sostanzialmente nella direzione degli assi X, Y e Z.

Questa condizione di sbilanciamento verrà definita nel seguito sbilanciamento "statico" S_b nel senso che si verifica prevalentemente a velocità di rotazione costante, vale a dire quando si ha un predeterminato e costante numero di giri del motore in fase di lavaggio.

- 10 La situazione illustrata schematicamente in figura 4 riguarda invece uno sbilanciamento "dinamico" S_d della massa m che provoca un'oscillazione del cesto 2 nelle direzioni C, D e F, ma con ampiezza maggiore rispetto allo sbilanciamento statico.

- Una possibile combinazione dei due tipi di sbilanciamento, statico e dinamico, è illustrata schematicamente in figura 6 e riguarda una tipologia di sbilanciamento che provoca un'oscillazione del cesto 2 con una combinazione lineare delle modalità di vibrazione secondo le direzioni A, B, C, D, E ed F.
- 15

- Il metodo secondo l'invenzione parte dal presupposto che vi è una relazione tra lo sbilanciamento del carico, statico o dinamico che sia, e la corrente I_q assorbita dal motore sincrono.
- 20

- Una serie di misure sperimentali eseguite presso la Richiedente ha consentito di determinare una legge di correlazione tra lo sbilanciamento statico e dinamico e un operatore σ che rappresenta la deviazione standard della corrente I_q assorbita dal motore, anche in funzione della velocità w di rotazione del cesto 2. Tale operatore σ viene rilevato sia in condizioni di sbilanciamento statico, sia in condizioni di sbilanciamento dinamico, come risulterà chiaro nel seguito della descrizione.
- 25

- Più in particolare, per lo sbilanciamento statico vale la seguente relazione:
- 30

$$S_b = m \cdot K1(w) \quad (1)$$

Dove: m è la massa sbilanciata da determinare e $K1(w)$ è un valore noto ricavato da una curva sperimentale ottenuta per diverse velocità di rotazione e per diversi valori di massa m .

- 5 Lo sbilanciamento S_b è ricavato rilevando semplicemente la deviazione standard σ della corrente I_q (in $A \times 10^{-3}$) assorbita dal motore, secondo la seguente relazione:

$$S_b = \sigma(I_q)_{\text{statico}} \quad (2)$$

- 10 Nella seguente tabella 1 sono riportate alcune misure sperimentali dello sbilanciamento S_b statico, come pure statico e dinamico, a seconda delle direzioni di vibrazione e dei giri di rotazione RPM del cesto 2.

- 15 Nell'intervallo compreso tra 60 e 200 RPM, si può apprezzare che lo sbilanciamento $\sigma(I_q)$ statico corrisponde alla deviazione standard della corrente I_q statica, che è pressoché costante se misurata fuori da condizioni di risonanza del sistema. In questo intervallo di RPM a variare è la sola $\sigma(I_q)$ statica + dinamica che corrisponde alla deviazione standard della I_q statica + dinamica.

Tabella 1:

Direzione	$\sigma(I_q)(A \times 10^{-3})$ statico	$\sigma(I_q)(A \times 10^{-3})$ statico+dinamico	Wris (Hz)	RPM cesto
A	118	180	6,8	56,7
B	135	211	9,5	79,2
C	107	194	11,45	95,5
D	94	235	14,56	121,5
E	155	261	16,83	140,7
F	384	537	24,6	205

Nella figura 10 è mostrato schematicamente un diagramma che riporta la variazione di coppia in Nm del motore 3 in funzione della corrente Iq assorbita, in Ampere.

- 5 Come si può apprezzare la relazione tra coppia e corrente è pressoché lineare per il motore 3 sincrono a magneti permanente. Ciò consente di ricavare facilmente il valore dello sbilanciamento Sb.

Nel caso di sbilanciamento dinamico vale invece la seguente relazione:

$$Sd = m * K2 * w^{\alpha} + Ko \quad (3)$$

- 10 Dove: Ko, K2 e α sono valori noti e costanti determinati sperimentalmente analogamente al parametro K1 della relazione (1), mentre Sd è sempre fornito da una relazione analoga alla (2), vale a dire:

$$Sd = \sigma(Iq)_{\text{dinamico}} \quad (4)$$

- 15 La determinazione dei vari parametri può essere effettuata con una lavatrice di riferimento caricata con una massa nota di basso valore e grazie all'elevata sensibilità del sistema rappresentato dal motore sincrono a rotore esterno e dal basso rapporto di trasmissione. Tale massa viene posta in condizioni di sbilanciamento statico e dinamico,
20 come mostrato nelle figure 6 e 7.

- Durante le fasi di transitorio, ad esempio nel passaggio dalla fase di lavaggio alla fase di centrifuga, quando cioè il cesto 2 è azionato con brusche variazioni di accelerazione, lo sbilanciamento dinamico diviene prevalente ed è possibile rilevare il valore Sd sempre misurando la
25 deviazione standard σ della corrente Iq assorbita dal motore.

La variazione nell'assorbimento della corrente Iq avviene sempre in relazione ad un predeterminato riferimento, come ad esempio un valore medio di tale corrente o un predeterminato valore di soglia.

Vantaggiosamente, secondo l'invenzione, il metodo prevede dunque un

monitoraggio costate della corrente istantanea assorbita dal motore 3 ed un analogo rilevamento della velocità angolare w di rotazione del cesto 2.

- 5 In tempo reale viene quindi calcolata la massa m sbilanciata, sulla base della deviazione σ di detta corrente da un predeterminato riferimento e applicando la formula di calcolo (1) o (2).

La scelta tra l'una o l'altra delle relazioni da applicare avviene in automatico sulla base dei risultati del rilevamento nell'assorbimento di corrente I_q .

- 10 Una volta ottenuto il valore m indicativo della massa sbilanciata è dunque possibile pilotare in feedback e in corrente il motore 3 per regolarne il funzionamento.

Più in particolare, come ben illustrato nello schema di flusso di figura 11, il metodo secondo l'invenzione evolve secondo i seguenti passi:

- 15 1) viene dapprima effettuata una misura dello sbilanciamento S_b in un intervallo di valori di rotazione del cesto compreso tra 60 ed 80 giri al minuto. In questo intervallo si verifica normalmente una cosiddetta satellizzazione del carico contro le pareti del cesto.
- 20 2) Viene successivamente effettuata una fase di verifica per controllare che lo sbilanciamento sia inferiore ad un prefissato valore di riferimento ammissibile, ad esempio $\sigma(I_{q1}) < \sigma(I_{q1})_{AMM}$;
- 25 3) Se la verifica ha esito negativo, il cesto 2 viene rallentato, altrimenti si prosegue con un'ulteriore aumento graduale della velocità di rotazione e con una successiva misura dello sbilanciamento, calcolando però la differenza tra: $\sigma(I_{q2}) = \sigma(I_q) - \sigma(I_{q1})$ fino a circa 150 giri minuto;
- 4) A questo punto una seconda fase di verifica consente di controllare se lo sbilanciamento è inferiore ad un secondo prefissato valore di riferimento ad esempio $\sigma(I_{q2}) < \sigma(I_{q2})_{AMM}$;

- 5) Se questa ulteriore verifica ha esito negativo, si può procedere ad una fase di centrifuga a velocità ridotta, monitorando continuamente lo sbilanciamento e, in alternativa, si può rallentare, ma senza fermare, il cesto per far ridistribuire il carico, il tutto ripetendo poi la sequenza a partire dal punto (3);
- 5
- 6) Se la verifica ha avuto invece un esito positivo si procede direttamente con la fase di centrifugazione.

10 Dalla precedente descrizione deriva in modo evidente che il metodo di controllo secondo l'invenzione risolve il problema tecnico e consegue numerosi vantaggi il primo dei quali è dato dal fatto che il pilotaggio del motore sincro di azionamento del cesto può avvenire sempre in condizioni ottimali avendo a disposizione un parametro indicativo della massa eventualmente sbilanciata presente nel cesto della lavatrice.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per rilevare condizioni di sbilanciamento di un carico rotante azionato da un motore elettrico sincrono (3) in macchine lavatrici (1) e simili elettrodomestici a cesto rotante (2) e in cui è prevista almeno una
- 5 fase transitoria con variazione della velocità angolare (w) del cesto rotante (2), caratterizzato dalle seguenti fasi:
- monitorare costantemente la corrente istantanea (I_q) assorbita dal motore e la velocità angolare (w) di rotazione del cesto (2);
 - calcolare in tempo reale detta massa sbilanciata (m) sulla base della
- 10 deviazione standard (σ) di detta corrente (I_q) e a partire da un predeterminato riferimento, applicando una formula di calcolo indicativa del tipo di sbilanciamento del carico;
- pilotare in corrente detto motore (3) in funzione di detta massa (m) sbilanciata.
- 15 2. Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di prevedere un confronto tra la deviazione standard (σ) di detta corrente (I_q) in relazione ad un predeterminato riferimento, ad esempio un valore medio di tale corrente (I_q) o un predeterminato valore di soglia.
3. Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto la misura
- 20 di detta massa sbilanciata (m) avviene dapprima misurando detta deviazione (σ) di corrente (I_q) a basso numero di giri di rotazione del cesto.
4. Metodo secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detto
- 25 basso numero di giri di rotazione è compreso tra 60 ed 80 giri al minuto.
5. Metodo secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto di prevedere una fase di verifica che la deviazione misurata ($\sigma(I_{q1})$) a basso numero di giri sia inferiore ad un prefissato valore ($\sigma(I_{q1})_{AMM}$) di riferimento ammissibile ed un conseguente comando di rallentamento

della velocità (w) di rotazione del cesto se tale verifica ha esito negativo.

6. Metodo secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto di prevedere una fase di verifica che la deviazione misurata ($\sigma(Iq_1)$) a basso numero di giri sia inferiore ad un prefissato valore di riferimento
5 ammissibile ed un conseguente comando di aumento graduale della velocità (w) di rotazione del cesto se tale verifica ha esito positivo.

7. Metodo secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto di che l'aumento graduale di velocità viene protratto fino al raggiungimento di circa 150 giri al minuto.

10 8. Metodo secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto di prevedere una fase di successiva verifica che la deviazione misurata ($\sigma(Iq_2)$) ad incrementato numero di giri sia inferiore ad un secondo prefissato valore ($\sigma(Iq_2)_{AMM}$) di riferimento ammissibile.

15 9. Metodo secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto di prevedere una fase di centrifuga a velocità di rotazione ridotta se l'esito di detta successiva verifica è negativo.

10. Metodo secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto di prevedere l'avvio di una fase di centrifuga se l'esito di detta successiva verifica è positivo.

20 11. Metodo secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto di prevedere un rallentamento, senza blocco, della velocità di rotazione del cesto (2) per provocare una redistribuzione del carico se l'esito di detta successiva verifica è positivo.

25 12. Metodo secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto di prevedere un monitoraggio continuo di detta deviazione misurata ($\sigma(Iq_2)$) in fase di centrifuga a velocità ridotta.

30 13. Metodo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che il confronto tra la deviazione (σ) e detta corrente (Iq) avviene sia in condizioni di bilanciamento statico, sia in condizioni di sbilanciamento dinamico.

14. Metodo secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che l'operatore di deviazione (σ) è ricavato in caso di sbilanciamento dinamico dalla seguente relazione:

$$\sigma(Iq)_{\text{dinamico}} = m \cdot K2 \cdot w^\alpha + K0$$

- 5 dove $K0$, $K2$ e α sono valori noti e costanti determinati sperimentalmente, w è la velocità di rotazione ed m è detta massa sbilanciata.

RIASSUNTO

L'invenzione riguarda un metodo per rilevare condizioni di sbilanciamento di un carico rotante azionato da un motore elettrico sincrono (3) in macchine lavatrici (1) e simili elettrodomestici a cesto rotante (2) e in cui è prevista almeno una fase transitoria con variazione della velocità angolare (ω) del cesto rotante (2). Il metodo prevede le seguenti fasi:

- monitorare costantemente la corrente istantanea (I_q) assorbita dal motore e la velocità angolare (ω) di rotazione del cesto (2);
- 10 - calcolare in tempo reale la massa sbilanciata (m) sulla base della deviazione standard (σ) della corrente (I_q) e a partire da un predeterminato riferimento e applicando una formula di calcolo indicativa del tipo di sbilanciamento del carico;
- pilotare in corrente il motore (3) in funzione di detta massa (m)
- 15 sbilanciata.

(Fig. 11)

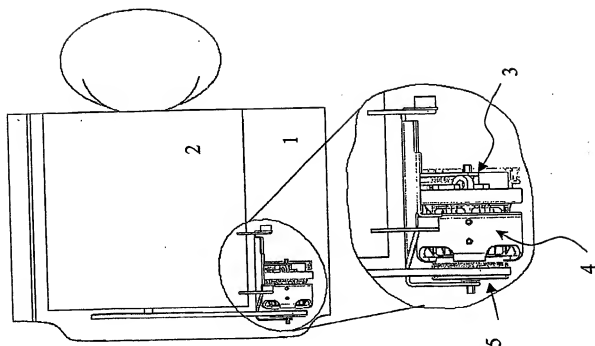
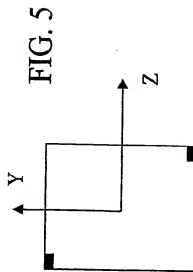
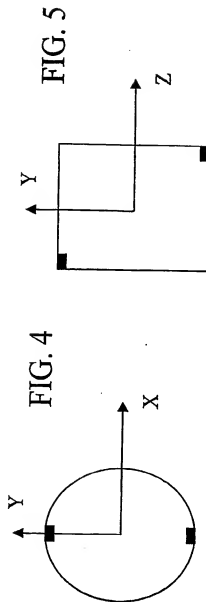
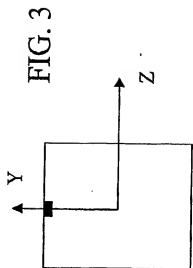
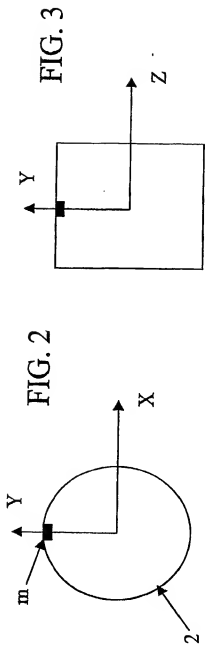
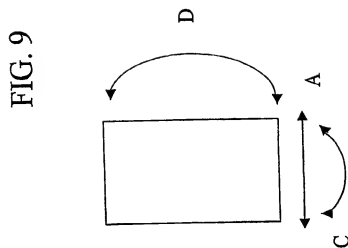
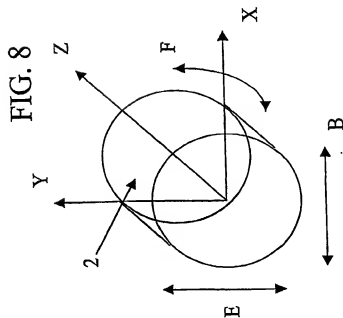
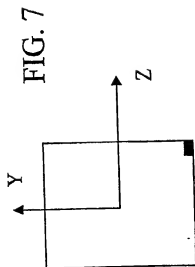
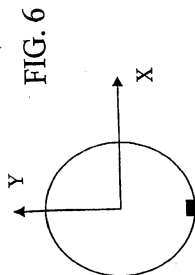


FIG. 1





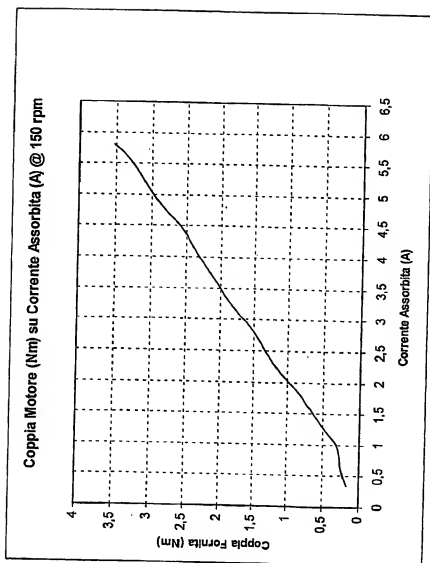
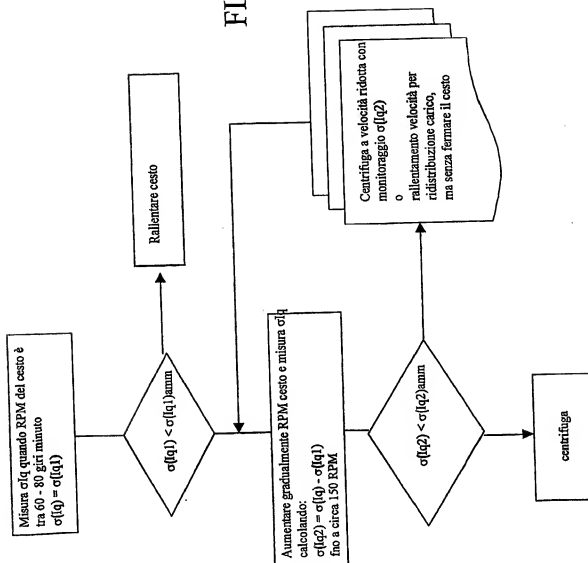


FIG. 10

FIG. 11



Ni

PCT/EP2004/006279



Copied from 10559203 on 04/10/2006

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.